Environmental Protection Series

Method for the Measurement of Gaseous Emissions to the Atmosphere from Gas Turbines and Reciprocating Engines

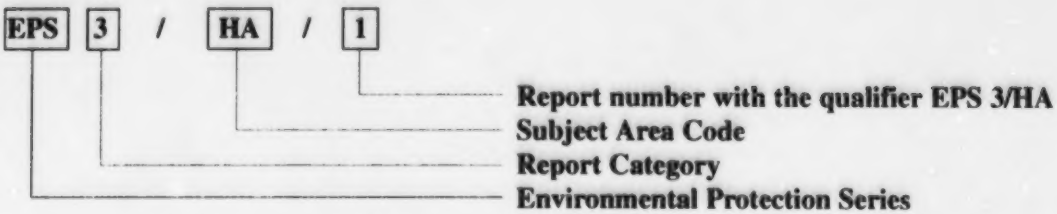
Method EPS 1/RM/36
March 1999

Environment Canada Environnement Canada

Canada

ENVIRONMENTAL PROTECTION SERIES

Sample Number:



Categories

1	Regulations/Guidelines/Codes of Practice
2	Problem Assessment and Control Options
3	Research and Technology
4	Literature Reviews
5	Surveys
6	Social, Economic and Environmental Impact Assessments
7	Surveillance
8	Policy Proposals and Statements
9	Manuals

Subjects

AG	Agriculture
AN	Anaerobic Technology
AP	Airborne Pollutants
AT	Aquatic Toxicity
CC	Commercial Chemicals
CE	Consumers and the Environment
CI	Chemical Industries
FA	Federal Activities
FP	Food Processing
HA	Hazardous Wastes
IC	Inorganic Chemicals
MA	Marine Pollutants
MM	Mining and Ore Processing
NR	Northern and Rural Regions
PF	Paper and Fibres
PG	Power Generation
PN	Petroleum and Natural Gas
RA	Refrigeration and Air Conditioning
RM	Reference Methods
SF	Surface Finishing
SP	Oil and Chemical Spills
SRM	Standard Reference Methods
TS	Transportation Systems
TX	Textiles
UP	Urban Pollution
WP	Wood Protection/Preservation

New areas and codes are introduced as they become necessary. A list of EPS reports may be obtained from Environmental Protection Publications, Environment Canada, Ottawa, Ontario, K1A 0H3, Canada

© Minister of Public Works and Government Services 1999

100-04934/

Method for the Measurement of Gaseous Emissions to the Atmosphere from Gas Turbines and Reciprocating Engines

Emissions Research and Measurement Division
Environmental Technology Centre
Environment Canada
Ottawa, Ontario

Method EPS 1/RM/36
March 1999

Canadian Cataloguing in Publication Data

Main entry under title:

Method for the measurement of gaseous emissions to the atmosphere from gas turbines and reciprocating engines

(Method; EPS 1/RM/36)
Issued also in French under title: Méthode de mesure des émissions gazeuses atmosphériques des turbines à gaz et des moteurs à mouvement alternatif.
ISBN 0-662-28163-2
Cat. no. En49-24/1-36E

1. Gas-turbines -- Environmental aspects.
2. International combustion engines, spark ignition -- Environmental aspects.
3. Nitrogen oxides -- Environmental aspects.
4. Sulphur dioxide -- Environmental aspects.
5. Carbon monoxide -- Environmental aspects.
6. Pollution -- Canada -- Measurement -- Methodology.
I. Environmental Technology Centre (Canada). Emissions and Measurement Division.
II. Canada. Environment Canada.
III. Series: Report (Canada. Environment Canada); EPS 1/RM/36.

TD885.5M47 1999 363.738'752 C99-980337-9

Readers' Comments

Comments or inquiries about the content of this report should be addressed to:

Emissions Research and Measurement Division
Environmental Technology Centre
Environmental Protection Service
Environment Canada
Ottawa, Ontario
K1A 0H3

Additional copies of this report are available from:

Environmental Protection Publications
Technology Transfer Office
Environment Canada
Ottawa, Ontario
K1A 0H3

Foreword

This method is applicable to the measurement of the concentrations of nitrogen oxides (NO_x), sulphur dioxide (SO_2), carbon monoxide (CO) and oxygen (O_2) in the exhaust gases from stationary gas turbines and reciprocating engines.

The complexity of the procedures in this method warrants that personnel carrying out the testing be trained and experienced.

Table of Contents

Foreword iv
List of Figures vii
List of Tables vii

Section 1
Applicability 1

Section 2
Principle 2

Section 3
Selection of Sampling Location 3

Section 4
Equipment 4
4.1 Sample Extraction, Transport and Conditioning 5
4.2 Analyzers 5
4.3 Data Acquisition 5

Section 5
Certification of Emission Monitoring System 6
5.1 Frequency of Periodic Certification 6
5.2 Recertification Criteria 6

Section 6
Materials 7
6.1 Zero Gases 7
6.2 Span Gases 7

Section 7
Calibration of the Emission Monitoring System 9

Section 8
Testing Protocols 10
8.1 Pre-test Calibration 10
8.2 Testing 11
8.3 Post-test Calibration 11

Section 9
Calculations 13

Section 10
Reporting **14**

Appendix 1
Protocols and Specifications for the Certification of Emission Monitoring System Performance **15**

Appendix 2
Protocols and Specifications for the Determination of the Degree of Gas Concentration Stratification in a Duct **22**

List of Figures

1 Calibration Gas Data Sheet 8

2 Test Data Sheet 12

List of Tables

1 Specifications for Continuous Emission Monitoring System 4

Section 1

Applicability

This method is applicable to the measurement of the concentrations of nitrogen oxides (NO_x), sulphur dioxide (SO_2), carbon monoxide (CO) and oxygen (O_2) in the exhaust gases from stationary gas turbines or reciprocating engines.

The procedures in this method have been designed for periodic short-term testing programs using emission monitoring systems equipped with automated analyzers.

Section 2

Principle

A representative sample is continuously extracted from the contained homogeneous flow of exhaust gas from the gas turbine or reciprocating engine. The sample gas flow is treated if necessary, after which it is presented to the continuous gas analyzers. The electrical signals from the analyzers are stored in either analog or digital form for further manipulation.

Section 3

Selection of Sampling Location

Select a sampling location in the duct where the exhaust gas flow is well mixed and the potential effect of infiltration of ambient air into the exhaust gas flow is minimized.

Prior to the initial testing at each emission source, measure the gas concentration profile across the exhaust gas flow following the procedures in Appendix 2. If the degree of gas concentration stratification exceeds the acceptable value indicated in this appendix, select an alternative sampling location and test for gas concentration stratification at that location. Stratification testing need only be carried out once prior to the initial testing of the emission source, and retesting is not necessary unless the configuration of the duct or the emission source has been modified. Note that the use of a multi-point sampling probe that extracts an integrated gas sample from three or more equidistant positions across the duct would also eliminate the requirement for gas concentration stratification testing.

If the degree of stratification is not determined or is found to be unacceptably high and an alternative location is not practical, follow the modified sampling protocols in Section 8, specifying the number and location of additional sampling points to be used during the emission testing.

Section 4

Equipment

For the purpose of this method, an emission monitoring system is defined as an integrated package of components that determines the concentrations of the target gases in the sample gas flow on a real-time basis and stores the resulting concentrations.

Any monitoring system that fulfils the specifications in Table 1 — encompassing a diverse range of monitoring systems, from portable self-contained packages to conventional systems — may be used. The selection of equipment and design of the system are user responsibilities. Thus, specifications for individual components within the monitoring system have not been furnished within this document.

Brief descriptions of typical modules in an extractive emission monitoring system and their functions are given in Sections 4.1, 4.2 and 4.3, and important considerations and specifications are presented within these sections.

Table 1 – Specifications for Continuous Emission Monitoring System

Parameter	Specification
Zero drift	<2% FS over 1 hour
Span drift	<5% FS over 1 hour
Linearity	<2% FS for mid-range gas
Bias	<1% FS for CO, O_2, and NO_x <2% FS for SO_2
Interference	Total interference <2% FS
Data acquisition system	(a) Store 1-minute averages over test period (b) Scanning rate no less frequent than once per 15 seconds

Note: FS = full scale

4.1 Sample Extraction, Transport and Conditioning

The sample extraction, transport and conditioning portion of the monitoring system must continuously extract a representative sample of hot exhaust gas from the bulk flow and transport it to the conditioning system, where it may be treated prior to introduction to the analyzers. Treatment of the gas sample may include removal of particulate and/or water vapour from the sample, but it must not alter the concentrations of the target gases, with the exception of the increased concentrations that result from the removal of water vapour.

Where applicable, the system must employ an effective means of precisely controlling the sample gas pressure at the inlets to all pressure-sensitive analyzers, thereby eliminating or significantly reducing the influence of sampling system pressure fluctuations that could cause inaccurate concentrations to be indicated by such analyzers.

It is vital that the sample probe be sufficiently robust to withstand the high gas temperatures and velocities encountered within the flue. Additionally, the probe material must not alter the concentration of the target gases in the sample arising from catalytic action at the high gas temperatures.

4.2 Analyzers

Neither recommended detection principles nor analyzer specifications have been presented in this method, as the selection of appropriate analyzers within the monitoring system is a user responsibility. The specifications for the selected analyzers must enable the overall monitoring system to meet the values given in Table 1.

4.3 Data Acquisition

Electrical signals from the analyzers, which represent gas concentrations, may be stored in analog form as chart recorder traces and/or in digital form by a data logger or a microprocessor-based system. When using digital logging systems, each analyzer output must be scanned no less frequently than once every 15 seconds. Note that the storage of all scan data would permit the calculation of the average gas concentrations for any desired interval during a load test.

Many portable integrated emission monitoring systems print the concentration data on a paper tape. This form of data storage is acceptable; if averaging capabilities for the monitoring system are available, this option should be used to generate 1-minute averages during a load test, which in turn are printed. If averaging functions within the data logging software are not available, the concentration data must be printed at least once per minute over each load test.

Section 5

Certification of Emission Monitoring System

Prior to using the system to monitor stack gas concentrations for regulatory purposes, the user must demonstrate that it meets all system parameters given in Table 1, following the protocols in Appendix 1. A general-purpose monitoring system may be certified for measuring gas turbine/reciprocating engine emissions, yet still be used for other monitoring programs.

The certification of an emission monitoring system demonstrates that it is capable of generating accurate concentration data, but it does not confirm that data collected during a specific load test are valid. The pre-test and post-test calibration data and the system-specific experience of the monitoring system operator must be considered when evaluating and accepting/rejecting any gas concentration data collected. Under no circumstances will concentration data produced by a non-certified monitoring system be accepted as valid.

Certification may be carried out either periodically or on a test-specific basis. Periodic certification would be suitable for a monitoring system that is used on a regular basis for monitoring emissions from turbines or reciprocating engines, while test-specific certification would be more applicable for monitoring systems that are used infrequently for this purpose.

Note that each range on an analyzer must be certified separately using the applicable gases.

5.1 Frequency of Periodic Certification

Certification of a system must be carried out at least twice in a calendar year — no closer than 4 months and no more than 8 months apart.

5.2 Recertification Criteria

When any analyzer within a certified monitoring system is replaced or repaired, the overall system must be recertified for that specific gas, regardless of whether the system falls within the recertification time criteria indicated above. The monitoring system must also be recertified if there have been design changes, including modifications to the data acquisition module. Repair or replacement of basic system components such as pumps, heated lines and filters is considered as normal system maintenance and does not require recertification, although it is still highly recommended.

Materials

Compressed gases that have been analyzed by the manufacturer are used during system certification and specific emission testing programs. A copy of the gas certification analysis sheet provided by the manufacturer for each span/zero gas forms an essential part of an emission test report and shall be attached to the Calibration Gas Data Sheet (Figure 1).

6.1 Zero Gases

Air or nitrogen containing less than 1 ppm of the target gases shall be used as the zero gas for the sulphur dioxide, nitrogen oxide and carbon monoxide analyzers. Nitrogen, either pure or as the diluent gas in a gas blend, shall be used as the zero gas for the oxygen analyzer.

6.2 Span Gases

The concentrations of sulphur dioxide, nitric oxide and carbon monoxide for the high-range span gases shall fall between 80 and 95% full scale (FS) for each anticipated range for each analyzer, except when otherwise indicated in this method. The gas(es) must be certified by the manufacturer as being accurate to within 2% of the reported concentration. Where appropriate, gas blends containing more than one target gas may be used. The concentration of oxygen in the span gas shall fall between 13 and 17% and be certified by the manufacturer as being accurate to within 2% of the reported concentration.

Calibration gases used during certification tests and/or calibration during emission tests may be generated using dynamic dilution equipment and procedures that conform to document EPA 40 CFR Part 51, Appendix M, Method 205. When calibration gases are generated in this manner, documentation demonstrating that the dilution equipment has been periodically recertified by the manufacturer as prescribed within Method 205 forms a part of the emission report.

Figure 1 – Calibration Gas Data Sheet

Facility _____

Location _____

Date(s) of tests _____

Blend	Tank ID	Manufacturer's analyses of calibration gas mixtures				
		SO_2 (ppm)	NO (ppm)	CO (ppm)	O_2 (ppm)	Balance*

* Identify the balance gas in the mixture.

Section 7

Calibration of the Emission Monitoring System

Effective calibration protocols and accurate calibration gases ensure that an emission monitoring system generates valid data. Ineffective system calibration techniques or usage of low quality gases may result in the collection of poor quality emission data. The acceptability of such data will be considered on a case-by-case basis.

Introduce the calibration gases at a point that challenges the entire emission monitoring system. This point is typically located at the junction of the probe exit and the heated sample line in an extractive system. If an in-stack or close-coupled dynamic dilution sampling system is used, the calibration gases must be introduced prior to the dilution step. Emission data generated by a system calibrated by introducing the zero and span gases directly at the inlet of the analyzers shall not be considered as valid under any circumstances.

Ensure that the calibration gases are introduced in such a manner that critical system operating parameters, such as sample flow rate, temperature and pressure, are maintained at the same values as used during sampling of the emission source.

The recommended calibration protocol introduces the zero and span gases to a "tee" fitting at the chosen location in the emission monitoring system. The flow rate of the calibration gas is set at a value sufficient to satisfy the flow requirements of the emission monitoring system along with a slight excess of gas, which vents into the duct or stack through the probe.

Calibration of emission monitoring systems in which solenoids or valves isolate the system from the stack gas should be carried out with great care, using the identical conditions as encountered during testing. In these instances, the calibration gas flow must be identical to the normal flow encountered when sampling the source.

Section 8

Testing Protocols

Prepare the emission monitoring equipment and warm up the system following the recommendations of the manufacturer.

Ensure that the operating parameters of the emission source are stable at the chosen load. The stability of the emission source may be established by a combination of the advice of the source operators and an examination of the stability of the concentration data immediately before the test. The operating parameters of the emission source must be monitored over the duration of each load test. Should a critical parameter change by a significant amount during a load test, the test data must be discarded and the unit retested when all parameters are stable. Discard the test results if the gas concentrations vary in a manner that brings into doubt the stability of the emission source or the emission monitoring system.

Follow the instructions found in Sections 8.1, 8.2 and 8.3 for the specific activities during the pre-test, test and post-test portions of each load test.

Should the gas concentration profile of the emission source measured using the procedures in Appendix 2 indicate that the degree of stratification is in excess of the maximum acceptable value, or if the source has not been tested for the gas concentration profile, the following sampling procedures are used. In lieu of sampling at any single position in the duct, the sample must be extracted from three specific locations, at 16.7%, 50% and 83.3% of the duct diameter. The total sampling time must remain as indicated in the applicable regulation or guideline, and the sampling time must be divided equally amongst the three locations.

At the conclusion of each load test, calculate the average gas concentrations and oxygen-compensated gas concentrations (at 15% oxygen) following the instructions in Section 9.

At the conclusion of the entire test program, complete the various documents indicated in Section 10 to form the emission source report. If a chart recorder was used as a data logging device, a clear copy of the annotated chart recorder output showing the analyzer responses forms a part of the testing report. If a digital data logging system was used, a copy of the data must be included. Calibration data should be clearly indicated on the chart recorder trace or on the copy of the data from the digital logging system.

8.1 Pre-test Calibration

Verify the calibration of all analyzers in the system immediately before each load test using the zero and span gases specified in Sections 6.1 and 6.2, following the procedures in Section 7. Adjust the zero and span controls for the analyzers to set their outputs to appropriate concentrations or convenient settings as displayed by the data acquisition device(s). Ensure that sufficient time has elapsed for each analyzer response to stabilize before making any adjustments. Identify each calibration gas and the applicable time on the chart recorder trace or data printout if a digitally-based acquisition system or data logger is being used. Enter the pre-test calibration data on the Test Data Sheet (Figure 2).

When calibrating a continuous emission monitoring system equipped with a digital logging device, it is essential that sufficient time be allotted for the analyzer response(s) to

stabilize and the logging system to store an accurate set of data over the selected averaging period. This is an instance where storage of individual scan data would be advantageous, in that it permits the use of shorter calibration times.

8.2 Testing

Commence sampling the flue gases from the turbine or reciprocating engine. Allow the indicated concentrations to stabilize for several minutes before commencing the load test. Each load test shall last 30–60 minutes or the time specified in the applicable regulation or guideline. During a load test, confirm that the concentrations of all monitored species do not display any deviation or trends that might indicate instability of either the emission source or the emission monitoring system.

Monitor all critical emission monitoring system parameters during a load test to verify that they remain stable. Maintain the emission monitoring system settings at the values used during calibration, and note any significant adjustments carried out during a load test and the corresponding times on the chart recorder trace or the printout of the concentration data.

Monitor the operating parameters of the emission source over the load test. Should one or more parameters change by an amount that may indicate instability of the source, discard the test data and retest when the source is stable.

If extracting a sample from a duct in which the gas concentration profile has been designated as being stratified, or if the degree of gas concentration stratification has not been determined, sample at each of the three designated locations across the duct for an equal time, such that the total time for the test adds up to 30–60 minutes or the time designated in the applicable regulation or guideline.

8.3 Post-test Calibration

At the conclusion of each load test, verify the calibration of the emission monitoring system following the identical procedures and gases as were used during the pre-test calibration (Section 8.1), the sole exception being that analyzer responses need not be adjusted. Ensure that the data logging system has stored the indicated concentration(s) of the calibration gas for the selected averaging period.

If desired, the post-test calibration for a load test may serve as the pre-test calibration for a subsequent load test. Ensure that the data logging system has stored the post-test calibration concentration data before making any analyzer adjustments.

Enter the post-test calibration data on the Test Data Sheet (Figure 2) and calculate the zero and span drifts. The zero and span drifts should not exceed 2% FS and 5% FS, respectively, over each load test.

Figure 2 – Test Data Sheet

Facility _____

Location _____

Turbine ID _____

Date and time of test _____

Zero and Span Drift Data

Gas	Pre-test zero/span (ppm, %)	Post-post zero/span (ppm, %)	Drifts zero/span (% FS)
NO_x			
SO_2			
CO			
O_2			

Gas Concentration Data

Gas	Concentration at stack conditions	Concentration at 15% O_2
NO_x	ppm	ppm
SO_2	ppm	ppm
CO	ppm	ppm
O_2	%	N/A

Section 9

Calculations

Calculate the mean concentration for each load test for all measured species. Enter these concentrations on the Test Data Sheet (Figure 2).

Calculate the average concentrations of carbon monoxide, nitrogen oxides and sulphur dioxide compensated to 15% oxygen using Equation 1. Enter these concentrations on the Test Data Sheet (Figure 2).

where:

$C_{15\%}$ = the average concentration at 15% oxygen (ppm, v/v)

C_{ave} = the average concentration at the stack oxygen concentration (ppm, v/v)

$\%O_2$ = the average stack oxygen concentration (%, v/v)

$$C_{15\%} = C_{ave} \times \left(\frac{5.9}{20.9 - \%O_2} \right)$$ **Equation 1**

Section 10

Reporting

The following documents form a complete report for each emission source tested:

(a) Diagram of the emission monitoring system with each component clearly labelled. The point where the calibration gases are introduced to the system should also be clearly indicated on the diagram.

Identify all analyzers on a separate sheet, giving the manufacturer, model and serial number and applicable detection principle.

(b) Completed set of Emission Monitoring System Certification Sheets (Appendix 1).

(c) Completed copy of Calibration Gas Data Sheet (Figure 1) — attach copy of the manufacturer's analysis sheet for each gas standard to Figure 1.

(d) Completed copy of the Test Data Sheet for each load test (Figure 2).

(e) Completed copy of the Gas Concentration Profile Data Sheet, where applicable (Appendix 2).

(f) Complete set of chart recorder traces or printout of digitally stored data for each load test, annotated to show the pre- and post-test calibrations and monitoring system adjustments. The test data may be provided on diskette in an acceptable format.

Where acceptable to the applicable regulatory body, the entire report may be submitted on diskette, stored in an acceptable format.

Appendix 1

Protocols and Specifications for the Certification of Emission Monitoring System Performance

The tests in this appendix are used to verify that the monitoring system is capable of generating accurate emission data. These procedures must be carried out prior to using the system for emission monitoring and at intervals specified within the method. These tests are used in addition to the checks and tests carried out during specific emission monitoring programs.

The **System Calibration Procedures** given within this appendix are utilized in the specific test procedures that follow.

The protocols for determining the following parameters and their respective limits of acceptance are described in this appendix:

- Zero and span drifts
- Interference response
- Bias
- Linearity

Where a data acquisition system forms part of the system, the concentration data used to calculate the various parameters must be taken from this acquisition system, not from the analyzer outputs or displays. Thus, the overall system is tested, not individual components. Exceptions to this will be noted.

Should any of these parameters exceed the permissible values, the source of the problem in the emission monitoring system must be found and remedied before utilizing the system for evaluating emissions. Failure to remedy the problem may result in the collection of invalid data, necessitating retesting of the source.

The gases used in carrying out the various tests have been described as zero, mid and high range, and the concentrations of the gases must fall within the limits shown below. The concentrations are given as a percentage of the full-scale (FS) setting for each analyzer in the monitoring system.

- Zero: 0% FS
- Mid range: 40–60% FS
- High range: 80–95% FS

System Calibration Procedures

Allow the monitoring system to warm up following the manufacturer's recommendations. Adjust all system operating parameters to settings that will be maintained during emission testing. Set up the system calibration equipment at the probe tip, then attach the zero gas cylinder and adjust the gas flow to yield a slight excess flow of gas, which is allowed to vent to the atmosphere. The quantity of the excess flow may vary slightly from system to system, but a nominal value of approximately 1 litre per minute is typical. Allow all analyzer responses to stabilize, then adjust the zero control for each analyzer in the system if necessary.

Connect the sulphur dioxide high-range span gas cylinder and adjust the flow to yield an excess gas flow at the probe tip as previously indicated. Allow the response of the sulphur dioxide analyzer to stabilize, then, if necessary, adjust the span control of the analyzer to yield the appropriate concentration of the span gas, as indicated by the data acquisition system output.

Repeat these procedures for the carbon monoxide, nitrogen oxide and oxygen analyzers.

Determination of Zero and Span Drifts

Materials: Zero and high-range span gases for sulphur dioxide, carbon monoxide, nitric oxide and oxygen. If desired, a high-range multi-blend gas containing carbon monoxide, sulphur dioxide and nitric oxide (balance nitrogen) may be used in lieu of individual gases.

Procedures: Allow the system to warm up following the manufacturer's recommendations. Calibrate the emission monitoring system following the procedures in the **System Calibration Procedures** section found within this appendix.

Disconnect the calibration equipment and allow the monitoring system to draw ambient air for a 1-hour period. After 1 hour, reconnect the calibration equipment at the probe tip. Using the same gases as were initially used to calibrate the system, check the response of the system to the zero and high-range gases, allowing sufficient time for the response of each analyzer in the system to stabilize before noting the responses. Enter the response of each analyzer in the system to the zero and span gases on the Drift Data Sheet found within this appendix.

Calculate the zero and span drifts for each gas species using the equations given in the Drift Data Sheet. The zero and span drifts for each analyzer shall not exceed 2% and 5%, respectively, of the FS setting. Drifts in excess of these values indicate unsatisfactory system performance, the cause of which must be found and rectified prior to using the unit for monitoring emissions.

Determination of Interferences

Materials: Zero gas and high-range span gases for each gas species as indicated below:

- SO_2 (free of NO and CO)
- NO (free of SO_2 and CO)
- CO (free of SO_2 and NO)

Procedures: Allow the system to warm up following the manufacturer's recommendations. Calibrate the system using the procedures in the **System Calibration Procedures** section found within this appendix.

Attach the calibration equipment, then connect the sulphur dioxide span gas cylinder specified and adjust the gas flow for a slight excess flow. Allow the responses of all the analyzers in the system to stabilize, then record the responses of the nitrogen oxide, carbon monoxide and oxygen analyzers on the Interference Data Sheet. Determine the responses of all analyzers to the carbon monoxide and nitric oxide gases using the same procedures. Calculate the interference using the equation given in the Interference Data Sheet.

The maximum acceptable **total** interference on the concentration indicated by each analyzer is 2% FS. Interference in excess of this value indicates unsatisfactory system performance, the cause of which must be found and rectified before the system can be used for monitoring emissions.

Determination of System Bias

Materials: Zero and high-range gases for each analyzer.

Procedures: Allow the system to warm up following the manufacturer's instructions. Calibrate each analyzer in the system individually by presenting the appropriate zero and span gas **directly at the inlet** of each analyzer, using the identical flow to each analyzer as is used during normal monitoring operations.

Should the monitoring system contain a conditioning module that removes water vapour using a condensation method, add approximately the same volume of water to the condensate trap as would accumulate during normal operation. If the condensate trap is continuously drained by a pump, no water addition is necessary.

Attach the calibration equipment at the probe tip, then introduce each high-range gas in turn, ensuring that a slight excess flow of gas is present. Allow the response of the specific analyzer to stabilize, then note the concentration indicated by the appropriate analyzer on the System Bias Data Sheet. Calculate the bias using the equation on the System Bias Data Sheet.

The maximum acceptable bias is 1% FS for carbon monoxide, oxygen and nitric oxide and 2% FS for sulphur dioxide. Bias in excess of these values indicates unsatisfactory system performance, which must be remedied before the system can be used for monitoring emissions.

Determination of Linearity

Materials: Zero, mid- and high-range span gases for each gas analyzer.

Procedures: Allow the system to warm up following the manufacturer's recommendations. Calibrate the system following the procedures presented in the **System Calibration Procedures** section found within this appendix.

Attach the calibration equipment at the probe tip, then introduce each mid-range gas in turn. Allow the response for the specific analyzer to stabilize, then note the responses to the mid-range gases on the Linearity Data Sheet. Calculate the deviation from ideal linearity for each analyzer using the equation given in the Linearity Data Sheet.

The maximum deviation of each analyzer at mid range shall not exceed 2% FS. Deviations in excess of this value indicate unsatisfactory system performance, which must be remedied prior to using the system for monitoring emissions.

Drift Data Sheet

Procedures

- Calibrate each analyzer in the system using the zero and high-range gases.
- Allow the system to draw ambient air for 1 hour.
- Introduce the zero and high-range gases, and note the response to each gas.
- Record data in table below.
- Calculate the zero drift for each analyzer using Equation A-1.
- Calculate the span drift for each analyzer using Equation A-2.

The zero and span drifts for each analyzer shall not exceed 2 and 5% FS, respectively.

Zero and Span Drift Data

Function	Time	Parameter	NO_x	SO_2	CO	O_2
Initial values		zero span	ppm ppm	ppm ppm	ppm ppm	% %
Final values		zero span	ppm ppm	ppm ppm	ppm ppm	% %
FS setting	N/A	N/A	ppm	ppm	ppm	%
Drifts	N/A N/A	zero span	% FS % FS	% FS % FS	% FS % FS	% FS % FS

Calculations

$$D_z = \frac{|Z_i - Z_f|}{FS} \times 100 \quad \textbf{Equation A-1}$$

$$D_s = \frac{|S_i - S_f|}{FS} \times 100 \quad \textbf{Equation A-2}$$

where :

D_z = zero drift (% FS)
D_s = span drift (% FS)
Z_i = initial zero setting (ppm or %, v/v)
Z_f = final response to the zero gas (ppm or %, v/v)
S_i = initial span setting (ppm or %, v/v)
S_f = final response to the span gas (ppm or %, v/v)
FS = the full-scale setting of the analyzer (ppm or %, v/v)

Interference Data Sheet

Procedures

- Calibrate each analyzer in the system using the appropriate zero and high-range span gases introduced at the system calibration point.
- Introduce each high-range gas in turn at the system calibration point, and enter the response of each analyzer to each gas, including the target gas analyzer (shaded cells in table).
- Record data in the table below.
- Calculate the sum of the interferences of each gas on other analyzers using Equation A-3.
- Enter the resulting interferences in the table below.

The total acceptable interference by other gases on any analyzer is 2% FS.

Interference Data Table

Analyzer	Full scale (ppm, %)	Response of analyzer to gases shown below			
		NO_x	SO_2	CO	O_2
NO_x		ppm	ppm	ppm	ppm
SO_2		ppm	ppm	ppm	ppm
CO		ppm	ppm	ppm	ppm
O_2		%	%	%	%

Note: The shaded entries should be the labelled concentration of the test gases.

Calculations

$$I = \frac{\Sigma C_i}{FS} \times 100$$ **Equation A-3**

where:

I = the total interference of other species on response of analyzer (% FS)
C_i = the response of analyzer to each species not measured by analyzer (ppm or %, v/v)
FS = the full-scale setting of analyzer (ppm or %, v/v)

System Bias Data Sheet

Procedures

- Calibrate each analyzer by introducing the zero and high-range gases directly at the inlet of each analyzer.
- If a water removal system using a chiller forms part of the conditioning system, introduce a nominal volume of liquid water into the condensate trap.
- Introduce each high-range gas at the system calibration point, and note the response of the analyzer for the gas being introduced.
- Record the data in the table below.
- Calculate the bias for each analyzer using Equation A-4.
- Enter the calculated biases in the table below.

The maximum acceptable bias is 2% FS for SO_2 and 1% FS for the remaining gases.

System Bias Data Table

Analyzer	FS settings	Response to calibration gas at inlet (ppm/%)	Concentration of calibration gas (ppm/%)	Bias (% FS)
NO_x	ppm	ppm	ppm	
SO_2	ppm	ppm	ppm	
CO	ppm	ppm	ppm	
O_2	%	%	%	

Calculations

$$B = \frac{|C_i - C_s|}{FS} \times 100$$ **Equation A-4**

where:

B = the system bias (% FS)
C_i = the indicated concentration of high-range gas introduced at analyzer inlet (ppm or %, v/v)
C_s = the concentration of high-range gas (ppm or %, v/v)
FS = the full-scale setting (ppm or %, v/v)

Linearity Data Sheet

Procedures

- Calibrate each analyzer in the system using the appropriate zero and high-range gases.
- Introduce each mid-range gas in turn to the system.
- Note the response of the appropriate analyzer to the mid-range gas, and enter in the table below.
- Calculate the linearity for each analyzer using Equation A-5, and enter this value in the table below.

All analyzers in the system must achieve a mid-range linearity of 2% FS or less.

Linearity Data Table

Analyzer	FS (ppm/%)	Response to mid-range gas (ppm/%)	High-range gas concentration (ppm/%)	Linearity (% FS)
NO_x	ppm	ppm	ppm	
SO_2	ppm	ppm	ppm	
CO	ppm	ppm	ppm	
O_2	%	%	%	

Calculations

$$L = \frac{|C_t - C_i|}{FS} \times 100$$ **Equation A-5**

where:

L = the deviation from linearity of mid-range gas (ppm or %, v/v)
C_t = the true concentration of mid-range gas (ppm or %, v/v)
C_i = the indicated concentration of mid-range gas (ppm or %, v/v)
FS = the full-scale setting (ppm or %, v/v)

Appendix 2

Protocols and Specifications for the Determination of the Degree of Gas Concentration Stratification in a Duct

Gas concentration stratification is a condition in which the concentration of one or more gases varies with position across a stack or duct. The presence of a stratified gas flow complicates the process of extracting a representative sample of the flue gas. Alternatively, the absence of stratified gas concentrations across a duct permits the extraction of a representative sample of the gas flow from any single point within the gas flow.

The procedures within this appendix are used to determine the degree of stratification of the gas concentration in a flue or duct. If the resulting value exceeds 10%, the gas flow is stratified, and an alternative sampling location should be sought.

The degree of stratification is calculated as a percentage of the measured mean gas concentration. Consequently, the accuracy of the gas concentration data need not be high, provided the precision is reasonable. As a result, a diverse range of equipment may be used in this test. As examples, portable, self-contained gas monitoring systems or standard gas monitoring systems can be employed. Any in-stack particulate filter must be less than 10 cm in length for stratification traversing.

Procedures

Set up the gas monitoring equipment and allow the system and individual pieces of equipment to reach their design operating temperature. Verify the response of the monitoring system to the zero and span gases for each species using appropriate compressed gases introduced at the system calibration point, and adjust the response of each analyzer to yield the concentration for the respective span gas.

Measure and mark nine equidistant positions on the sample probe, with the distances between any two adjacent points and between the duct wall and the nearest point all being equal. For example, if the duct measures 100 cm from wall to wall, the distance between any two sample points or between the wall and the nearest point will be 100/10, or 10 cm. Do not measure the concentration at any point that is closer than 7.5 cm from a wall.

The technique depends upon the concentration profile remaining stable. Thus, it is imperative that the emission source be very stable over the duration of this test.

Position the sample probe at the first point and commence sampling. Allow the response of all the measured species to stabilize, then note the indicated concentrations. Rapidly reposition the probe at the next point and repeat the measurement. Continue until the concentrations of the target gases have been measured at all nine points. Take precautions to minimize the flow of infiltration air entering the duct when measuring the concentrations closest to the port.

Calculate the mean concentration of each measured species, then verify that the concentration of each species at each point is no more than 10% from the mean concentration for that species. If any point differs from the mean by more than 10%, the concentration profile for that species is considered as being stratified. Should there be evidence that the source was not stable during the test, repeat the measurement of the gas concentration profile.

Gas Concentration Profile Data Sheet

Procedures

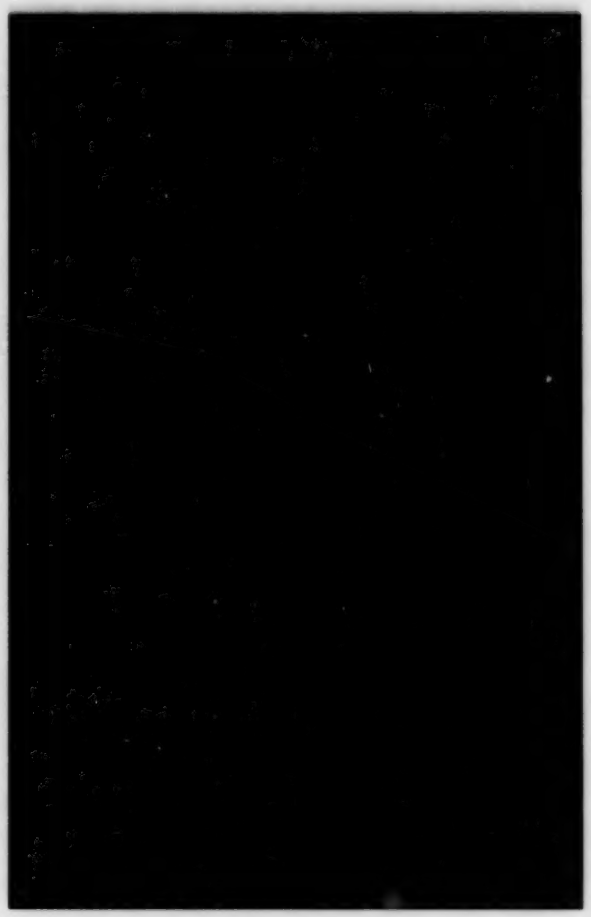
- Calibrate the system using the appropriate zero and high-range gases.
- Mark off nine equidistant points on a probe that extends across the diameter of the duct, with no point being closer than 7.5 cm from a duct wall.
- Quickly measure the concentration of each gas species at each point.
- Enter the data in the table below.
- Calculate the mean concentration and the acceptable range for each gas.

All concentrations of a species must be within 10% of the mean concentration.

Gas Concentration Profile Data Sheet

Point No.	NO_x (ppm)	SO_2 (ppm)	CO (ppm)	O_2 (ppm)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
Mean concentration				
Acceptable range (mean ± 10%)				

Série de la Protection de l'environnement



Méthode de mesure des émissions gazeuses atmosphériques des turbines à gaz et des moteurs à mouvement alternatif

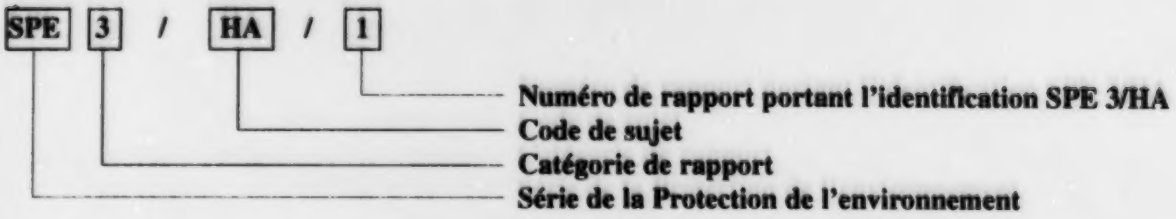
Méthode SPE 1/RM/36
Mars 1999

Environnement Canada Environment Canada

Canada

SÉRIE DE LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Exemple de numérotation :



Catégories

1	Règlement/Lignes directrices Codes de pratiques
2	Évaluation des problèmes et option s de contrôle
3	Recherche et développement technologique
4	Revues de la documentation
5	Inventaires, examens et enquêtes
6	Évaluations des impacts sociaux, économiques et environnementaux
7	Surveillance
8	Propositions, analyses et énoncés de principes généraux
9	Guides

Sujets

AG	Agriculture
AN	Technologie anaérobie
AP	Pollution atmosphérique
AT	Toxicité aquatique
CC	Produits chimiques commerciaux
CE	Consommateurs et environnement
CI	Industries chimiques
FA	Activités fédérales
FP	Traitement des aliments
HA	Déchets dangereux
IC	Produits chimiques inorganiques
MA	Pollution marine
MM	Exploitation minière et traitement des minéraux
NR	Régions nordiques et rurales
PF	Papier et fibres
PG	Production d'électricité
PN	Pétrole et gaz naturel
RA	Réfrigération et conditionnement d'air
RM	Méthodes de référence
SF	Traitement des surfaces
SP	Déversement de pétrole et de produits chimiques
SRM	Méthodes de référence normalisées
TS	Transports
TX	Textiles

Des sujets et des codes supplémentaires sont ajoutés au besoin. On peut obtenir une liste des publications de la SPE en s'adressant aux Publications de la Protection de l'environnement, Service de la protection de l'environnement, Environnement Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0H3.

© Ministère des Travaux publics et des Services gouvernementaux Canada, 1999

Méthode de mesure des émissions gazeuses atmosphériques des turbines à gaz et des moteurs à mouvement alternatif

Division de la recherche et des mesures des émissions
Centre de technologie environnementale
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)

Méthode SPE 1/RM/36
Mars 1999

Données de catalogage avant publication (Canada)

Vedette principale au titre :

Méthode de mesure des émissions gazeuses atmosphériques des turbines à gaz et des moteurs à mouvement alternatif

(Méthode; SPE 1/RM/36)
Publ. aussi en anglais sous le titre : Method of measurement of gaseous emissions to the atmosphere from gas turbines and reciprocating engines.
ISBN 0-662-84007-0
No. de cat. En49-24/1-36F

1. Turbines à gaz -- Aspect de l'environnement.
2. Moteurs à mouvement alternatif -- Aspect de l'environnement.
3. Oxydes d'azote -- Aspect de l'environnement.
4. Anhydridre sulfureux -- Aspect de l'environnement.
5. Oxyde de carbone -- Aspect de l'environnement.
6. Pollution -- Canada -- Mesure -- Méthodologie.

I. Centre de technologie de l'environnement (Canada). Division de la recherche et des mesures des émissions.
II. Canada. Environnement Canada.
III. Coll.: Rapport (Canada. Environnement Canada); SPE 1/RM/36)

TD885.5M47 1999 363.738'752 C99-980338-7

Commentaires

Pour formuler des commentaires ou obtenir des renseignements sur l'utilisation du présent document, s'adresser à :

Division de la recherche et des mesures des émissions
Centre de technologie environnementale
Service de la protection de l'environnement
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3

Pour obtenir d'autres exemplaires du présent document, s'adresser à :

Publications de la Protection de l'environnement
Bureau des transferts technologiques
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3

Avant-propos

La méthode décrite dans le présent document sert à mesurer les concentrations d'oxydes d'azote (NO_x), d'anhydride sulfureux (SO_2), de monoxyde de carbone (CO) et d'oxygène (O_2) dans les gaz d'échappement des turbines à gaz et moteurs à mouvement alternatif.

Compte tenu de la complexité des procédures de cette méthode, le personnel effectuant les essais doit être bien formé et posséder de l'expérience.

Table des matières

Avant-propos ..... **iv**
Liste des figures ..... **vii**
Liste des tableaux ..... **vii**

Section 1
Domaine d'application **1**

Section 2
Principe **2**

Section 3
Sélection du point d'échantillonnage **3**

Section 4
Appareillage **4**
4.1 Prélèvement, transport et conditionnement de l'échantillon 5
4.2 Analyseurs 5
4.3 Acquisition des données 5

Section 5
Homologation du système de surveillance des émissions **6**
5.1 Fréquence de l'homologation périodique 6
5.2 Critères de réhomologation 6

Section 6
Produits **7**
6.1 Gaz d'étalonnage du zéro 7
6.2 Gaz d'étalonnage de l'étendue 7

Section 7
Étalonnage du système de surveillance des émissions **9**

Section 8
Protocoles d'essai **10**
8.1 Étalonnage avant essai 10
8.2 Essai 11
8.3 Étalonnage après essai 11

Section 9
Calculs **13**

Section 10
Rapport **14**

Annexe 1
Protocoles et spécifications pour l'homologation du rendement du système de surveillance des émissions **15**

Annexe 2
Protocoles et spécifications pour la détermination du degré de stratification des concentrations gazeuses dans un conduit **22**

Liste des figures

1 Fiche des données des gaz d'étalonnage 8

2 Fiche des données d'essai 12

Liste des tableaux

1 Spécifications du système de surveillance en continu des émissions 4

Section 1

Domaine d'application

La méthode décrite dans le présent document sert à mesurer les concentrations d'oxydes d'azote (NO_x), d'anhydride sulfureux (SO_2), de monoxyde de carbone (CO) et d'oxygène (O_2) dans les gaz d'échappement des turbines à gaz et moteurs à mouvement alternatif. Les procédures décrites ici ont été conçues en fonction de programmes d'essais périodiques à court terme reposant sur des systèmes de surveillance des émissions munis d'analyseurs automatiques.

Section 2

Principe

On prélève un échantillon représentatif en continu dans une veine homogène de gaz d'échappement de la turbine à gaz ou du moteur à mouvement alternatif. La veine de gaz à échantillonner est au besoin traitée, après quoi elle est acheminée aux analyseurs automatiques. Les signaux électriques des analyseurs sont stockés sous forme analogique ou numérique pour traitement ultérieur.

Section 3

Sélection du point d'échantillonnage

Choisir dans le conduit un point d'échantillonnage où la veine de gaz d'échappement est bien mélangée et où l'effet éventuel d'une infiltration de l'air ambiant dans les gaz d'échappement est réduit au minimum.

Avant le premier essai à chaque source d'émission, mesurer le profil des concentrations gazeuses dans l'ensemble du débit d'échappement en suivant les procédures décrites à l'Annexe 2. Si le degré de stratification des concentrations gazeuses dépasse la valeur acceptable mentionnée à cette annexe, choisir un autre point d'échantillonnage et vérifier la stratification des concentrations gazeuses à cet endroit. Les épreuves de stratification ne sont exécutées qu'une fois, avant l'essai initial de la source d'émission; il n'est pas nécessaire d'effectuer de nouveaux essais sauf si la configuration du conduit ou de la source d'émission est modifiée. À remarquer que l'usage d'une sonde d'échantillonnage multipoint extrayant un échantillon gazeux intégré de trois points équidistants ou plus le long du conduit éliminerait également la nécessité de l'essai de stratification des concentrations gazeuses.

Si le degré de stratification n'est pas calculé ou est jugé trop élevé et qu'il n'est pas pratique de trouver un autre point, suivre les protocoles d'échantillonnage modifiés décrits à la section 8, en précisant le nombre et l'endroit des points supplémentaires d'échantillonnage à utiliser au cours des épreuves d'émission.

Section 4

Appareillage

Aux fins de cette méthode, le système de surveillance des émissions se définit comme un ensemble intégré d'éléments permettant de préciser les concentrations des gaz cibles dans la veine gazeuse échantillon en temps réel et de stocker les concentrations résultantes.

Tout système de surveillance qui répond aux spécifications du Tableau 1, qui englobe toute une gamme de systèmes de surveillance, des appareils autonomes portatifs aux systèmes classiques — peut être utilisé. Le choix de l'appareillage et la conception du système relèvent de la responsabilité de l'utilisateur. Ainsi, les spécifications des éléments individuels du système de surveillance ne sont pas comprises au présent document.

Nous donnons aux sections 4.1, 4.2 et 4.3 une brève description des modules types d'un système de surveillance des émissions par extraction et de leurs fonctions, et le lecteur y trouvera des spécifications et facteurs importants.

Tableau 1 – Spécifications d'un système de surveillance en continu des émissions

Paramètre	Spécification
Dérive du zéro	<2 % GR sur 1 heure
Dérive de l'étendue	<5 % GR sur 1 heure
Linéarité	<2 % GR pour les gaz intermédiaires
Biais	<1 % GR pour CO, O_2 et NO_x <2 % GR pour SO_2
Interférences	Interférence totale <2 % GR
Système d'acquisition de données	(a) Stocker les moyennes de 1 minute sur la période d'essai (b) Taux de balayage non inférieur à une fois par 15 secondes

Nota : GR = grandeur réelle

4.1 Prélèvement, transport et conditionnement de l'échantillon

Lors de l'extraction, du transport et du conditionnement de l'échantillon, on doit extraire en continu un échantillon représentatif des gaz d'échappement chauds de la veine principale et l'acheminer au système de conditionnement où il peut être traité avant d'être introduit dans les analyseurs. Parmi les traitements que l'échantillon de gaz peut recevoir, il faut mentionner l'élimination des particules et (ou) de la vapeur d'eau, mais sans altérer la concentration des gaz cibles, à l'exception des concentrations accrues résultant de l'enlèvement de la vapeur d'eau.

Le cas échéant, le système doit pouvoir disposer d'un moyen efficace pour contrôler précisément la pression du gaz d'échantillon à l'entrée de tous les analyseurs presso-sensibles, éliminant ainsi ou réduisant appréciablement l'influence des fluctuations de pression du système d'échantillonnage qui pourraient faire en sorte que les analyseurs indiquent des concentrations inexactes.

Il est essentiel que la sonde d'échantillonnage soit suffisamment robuste pour résister aux températures élevées des gaz et aux vitesses rencontrées dans le conduit de cheminée. De plus, le matériau dont est construite la sonde ne doit pas altérer la concentration des gaz visés dans l'échantillon par effet catalytique à des températures gazeuses élevées.

4.2 Analyseurs

Nous ne donnons pas dans le présent document de principes de détection recommandés ni des spécifications pour les analyseurs, car la sélection des analyseurs appropriés au système de surveillance incombe à l'utilisateur. Les spécifications des analyseurs sélectionnés doivent pouvoir faire en sorte que le système global de surveillance satisfasse aux valeurs données au Tableau 1.

4.3 Acquisition des données

Les signaux électriques des analyseurs représentant les concentrations gazeuses peuvent être stockés sous forme analogique en tracés sur enregistreur graphique et (ou) sous forme numérique dans un registre de données ou un système à microprocesseur. Si on utilise les systèmes d'enregistrement numérique, chaque sortie d'analyseur doit être balayée au moins une fois par 15 secondes. À remarquer que le stockage de l'ensemble des données du balayage devrait permettre de calculer les concentrations gazeuses moyennes pour tout intervalle voulu au cours d'un essai en charge.

Nombre de systèmes portatifs intégrés de surveillance des émissions impriment les données de concentration sur ruban de papier. Cette forme de stockage des données est acceptable; si le système de surveillance est doté de capacités d'établissement de moyenne, utiliser cette option pour générer des moyennes de 1 minute au cours d'un essai en charge et ensuite, les imprimer. Si les fonctions de moyenne du logiciel d'enregistrement des données ne sont pas disponibles, les données de concentration doivent être imprimées au moins une fois par minute pendant chaque essai en charge.

Section 5

Homologation du système de surveillance des émissions

Avant d'utiliser le système pour effectuer un contrôle des concentrations de gaz de cheminée à des fins de réglementation, l'utilisateur doit prouver qu'il satisfait à tous les paramètres donnés au Tableau 1, en suivant les protocoles mentionnés à l'Annexe 1. Un système polyvalent de surveillance peut être homologué pour mesurer les émissions des turbines à gaz ou des moteurs à mouvement alternatif et être quand même utilisé pour d'autres programmes de surveillance.

L'homologation d'un système de surveillance des émissions est la preuve que ce système peut générer des données précises de concentration, mais cela ne confirme pas que les données recueillies au cours d'un essai spécifique en charge sont valides. Pour évaluer et accepter ou rejeter les données de concentration gazeuse recueillies, il faut obtenir les données de calibrage avant essai et après essai et connaître l'expérience de l'opérateur du système de surveillance spécifique. En aucun cas les données de concentration générées par un système de surveillance non homologué ne sauraient être acceptées comme valides.

L'homologation peuvent être effectués périodiquement ou en fonction d'un essai spécifique. L'homologation périodique serait appropriée, si le système de surveillance est utilisé périodiquement pour surveiller les émissions des turbines ou des moteurs à explosion, tandis qu'une homologation spécifique à un essai serait davantage appropriée pour les systèmes de surveillance utilisés occasionnellement à cette fin.

À remarquer que chaque plage d'un analyseur doit être homologuée séparément à l'aide des gaz appropriés.

5.1 Fréquence de l'homologation périodique

Le système doit être homologué au moins deux fois par année civile, à intervalles non inférieurs à quatre mois et non supérieurs à huit mois.

5.2 Critères de réhomologation

Lorsqu'on remplace ou répare un analyseur dans un système de surveillance homologué, il faut réhomologuer l'ensemble du système pour le gaz en question, peu importe si le système répond aux critères de délai de réhomologation susmentionnés. Le système de surveillance doit également être réhomologué en cas de tout changement technique, y compris les modifications du module d'acquisition de données. La réparation ou le remplacement d'éléments fondamentaux du système, par exemple les pompes, les canalisations chauffées et les filtres, sont considérés comme de l'entretien normal du système et n'exigent pas la réhomologation, même si cette dernière est fortement recommandée.

Produits

Au cours des programmes d'homologation du système ou d'essais d'émission spécifiques, on utilise des gaz comprimés analysés par le fabricant. Un exemplaire de la fiche d'analyse d'homologation des gaz fournie par le fabricant pour chaque gaz d'étalonnage de l'étendue ou du zéro est l'un des éléments essentiels de tout rapport des essais d'émission et qui doit être fixé à la fiche de données des gaz d'étalonnage (Figure 1).

6.1 Gaz d'étalonnage du zéro

Utiliser de l'air ou de l'azote contenant moins de 1 ppm des gaz cibles comme gaz d'étalonnage du zéro pour les analyses d'anhydride sulfureux, d'oxydes d'azote et de monoxyde de carbone. L'azote, pur ou sous forme de gaz dilué dans un mélange gazeux doit être utilisé comme gaz d'étalonnage du zéro pour l'analyseur d'oxygène.

6.2 Gaz d'étalonnage de l'étendue

Les concentrations d'anhydride sulfureux, d'oxydes d'azote et de monoxyde de carbone pour les gaz d'étendue de la plage supérieure doivent se situer entre 80 et 95 % en grandeur réelle (GR) pour chaque plage prévue et pour chaque analyseur, sauf mention du contraire dans la présente méthode. Le fabricant doit attester que le ou les gaz sont précis à en deçà de 2 % de la concentration déclarée. S'il y a lieu, les mélanges gazeux contenant plus d'un des gaz cibles peuvent être utilisés. La concentration d'oxygène dans le gaz d'étalonnage de l'étendue doit se situer entre 13 et 17 % et être homologuée par le fabricant pour une précision en deçà de 2 % de la concentration déclarée.

Les gaz d'étalonnage utilisés pendant les essais d'homologation et (ou) l'étalonnage pendant les essais d'émission peuvent être produits à l'aide d'appareils de dilution dynamique et de procédures conformes à l'Annexe M, méthode 205, de la partie 51 du document EPA 40 CFR. Lorsque les gaz d'étalonnage sont produits de cette manière, le rapport d'émission doit contenir des documents attestant que le matériel de dilution a été périodiquement réhomologué par le fabricant tel que prescrit dans la méthode 205.

Figure 1 – Fiche des données des gaz d'étalonnage

Installation _____

Lieu _____

Date(s) des essais _____

Mélange	Identification du réservoir	Analyses du fabricant des mélanges de gaz d'étalonnage				
		SO_2 (ppm)	NO (ppm)	CO (ppm)	O_2 (ppm)	Gaz porteur*

* Identification du gaz porteur dans le mélange.

Section 7

Étalonnage du système de surveillance des émissions

Il faut des protocoles d'étalonnage efficaces et des gaz d'étalonnage précis pour que le système de surveillance des émissions génère des données valides. Si les techniques d'étalonnage du système sont inefficaces ou que l'on utilise des gaz de moindre qualité, on se retrouve avec des données d'émission de faible qualité. L'acceptabilité de ces données sera évaluée cas par cas.

Introduire les gaz d'étalonnage à un point permettant de valider la totalité du système de surveillance des émissions. Habituellement, ce point est situé à la jonction de la sortie de la sonde et de la conduite d'échantillon chaud dans un système à extraction. Si l'on utilise un système d'échantillonnage en cheminée ou à dilution dynamique à couplage direct, il faut introduire les gaz d'étalonnage avant l'étape de dilution. Les données d'émission générées par un système étalonné par l'introduction des gaz d'étalonnage du zéro et d'étalonnage de l'étendue directement à l'entrée des analyseurs ne seront jugées adéquates en aucun cas.

Veiller à ce que les gaz d'étalonnage soient introduits de telle manière que les paramètres essentiels d'exploitation du système, par exemple le débit de l'échantillon, la température et la pression, demeurent aux mêmes valeurs que celles utilisées pendant l'échantillonnage de la source d'émission.

Le protocole d'étalonnage recommandé consiste à introduire les gaz d'étalonnage du zéro et de l'étendue sur un raccord en «T» au point choisi du système de surveillance des émissions. Le débit du gaz d'étalonnage est fixé à une valeur suffisante pour répondre aux exigences de débit du système de surveillance des émissions, avec un léger excédent de gaz qui s'écoule dans la canalisation ou la cheminée par la sonde.

L'étalonnage des systèmes de surveillance des émissions dans lesquels des solénoïdes ou des soupapes isolent le système des gaz de cheminée doit être exécuté avec grand soin dans des conditions identiques à celles rencontrées pendant les essais. En pareils cas, le débit des gaz d'étalonnage doit être identique au débit normal rencontré pendant l'échantillonnage de la source.

Section 8

Protocoles d'essai

Préparer le matériel de surveillance des émissions et réchauffer le système selon les recommandations du fabricant.

Veiller à ce que les paramètres de fonctionnement de la source d'émission soient stables à la charge choisie. La stabilité de la source d'émission peut être établie d'après les conseils des opérateurs de la source et un examen de la stabilité des données de concentration immédiatement avant l'essai. Les paramètres de fonctionnement de la source d'émission doivent être surveillés pendant la durée de chaque essai en charge. Si un paramètre essentiel change de façon appréciable au cours d'un essai en charge, les données d'essai doivent être éliminées et on doit faire un nouvel essai lorsque tous les paramètres sont stables. Rejeter les résultats d'essai si les concentrations de gaz varient de manière à faire douter de la stabilité de la source d'émission ou du système de surveillance des émissions.

Suivre les instructions données aux sections 8.1, 8.2 et 8.3 concernant les activités spécifiques à exécuter avant, pendant et après chaque essai en charge.

Si le profil des concentrations gazeuses de la source d'émission mesuré à l'aide des procédures mentionnées à l'Annexe 2 indique que le degré de stratification dépasse la valeur maximale acceptable ou si la source n'a pas fait l'objet d'essai à l'égard du profil de concentration gazeuse, recourir aux procédures d'échantillonnage suivantes. Au lieu de procéder à l'échantillonnage à un seul point du conduit, l'échantillon doit être extrait de trois points spécifiques, à 16,7 %, 50 % et 83,3 % du diamètre de la conduite. La durée totale d'échantillonnage doit demeurer celle indiquée au règlement ou à ligne directrice applicable et la durée d'échantillonnage doit être subdivisée également entre les trois points.

À la fin de chaque essai en charge, calculer les concentrations gazeuses moyennes et la concentration de gaz compensée par l'oxygène (à 15 % d'oxygène) en suivant les instructions données à la section 9.

À la fin de l'ensemble du programme d'essai, remplir les divers documents mentionnés à la section 10 qui feront partie du rapport sur la source d'émission. Si on a utilisé un enregistreur graphique comme dispositif d'enregistrement des données, ajouter au rapport d'essai un exemplaire lisible du graphique annoté produit par l'enregistreur et y indiquer les réponses de l'analyseur. Si on utilise un système numérique d'enregistrement des données, inclure un exemplaire des données. Les données d'étalonnage doivent être clairement indiquées sur le graphique de l'enregistreur ou la copie des données du système numérique d'enregistrement.

8.1 Étalonnage avant essai

Vérifier l'étalonnage de tous les analyseurs du système immédiatement avant chaque essai en charge à l'aide des gaz d'étalonnage du zéro et de l'étalonnage de l'étendue spécifiés aux sections 6.1 et 6.2, en suivant les procédures énoncées à la section 7. Ajuster les commandes du zéro et de l'étendue des analyseurs afin de régler leurs sorties aux concentrations appropriées ou aux réglages pratiques affichés par le ou les périphériques d'acquisition des données. Veiller à laisser passer suffisamment de temps pour que la réponse de chaque analyseur se stabilise avant d'apporter quelque réglage. Identifier chaque gaz d'étalonnage et le délai approprié sur le graphique de l'enregistreur ou

sur l'imprimé informatique, si on utilise un système d'acquisition numérique ou un enregistreur de données. Inscrire les données d'étalonnage avant essai sur la fiche de données d'essai (Figure 2).

Pour l'étalonnage du système de surveillance en continu des émissions muni d'un enregistreur numérique, il est essentiel de prévoir un délai suffisant pour que la ou les réponses de l'analyseur se stabilisent et que le système d'enregistrement stocke un ensemble précis de données sur la période de calcul de la moyenne sélectionnée. En pareil cas, il serait avantageux de penser à stocker les balayages individuels, car cela permet d'utiliser des temps d'étalonnage plus courts.

8.2 Essai

Commencer l'échantillonnage des gaz de combustion à partir de la turbine ou du moteur à mouvement alternatif. Laisser les concentrations indiquées se stabiliser pendant plusieurs minutes avant de commencer l'essai en charge. Chaque essai en charge doit durer de 30 à 60 minutes ou le délai précisé dans le règlement ou la ligne directrice qui s'applique. Au cours d'un essai en charge, vérifier si les concentrations de toutes les espèces contrôlées n'indiquent pas quelque écart ou tendance laissant penser à une instabilité soit de la source d'émission, soit du système de surveillance des émissions.

Surveiller tous les paramètres du système de surveillance des émissions au cours d'un essai en charge afin de vérifier qu'elles demeurent stables. Maintenir les réglages du système de surveillance des émissions aux valeurs utilisées au cours de l'étalonnage et prendre note de tout ajustement important apporté pendant un essai en charge, ainsi que des délais correspondants sur le graphique de l'enregistreur ou l'imprimé des données de concentration.

Contrôler les paramètres de fonctionnement de la source d'émission au cours de l'essai en charge. Si un ou plusieurs paramètres changent par une valeur qui peut indiquer l'instabilité de la source, rejeter les données d'essai et recommencer les tests lorsque la source est devenue stable.

Pour prélever un échantillon dans une conduite où le profil de concentration des gaz a été désigné comme stratifié ou si le degré de stratification de la concentration des gaz n'a pas été précisé, prélever des échantillons à chacun des trois points désignés le long de la conduite pour une durée égale, de sorte que la durée totale de l'essai corresponde à 30 ou 60 minutes ou au délai indiqué dans le règlement ou la ligne directrice qui s'applique.

8.3 Étalonnage après essai

Après chaque essai en charge, vérifier l'étalonnage du système de surveillance des émissions en suivant les mêmes procédures et en utilisant les mêmes gaz que pendant l'étalonnage préliminaire (section 8.1), à l'exception que les réponses de l'analyseur n'ont pas à être corrigées. Vérifier si le système d'enregistrement des données a stocké la ou les concentrations indiquées du gaz d'étalonnage pour la période de calcul de la moyenne sélectionnée.

Si on le désire, l'étalonnage après un essai en charge peut servir d'étalonnage préliminaire pour un essai en charge subséquent. S'assurer que le système d'enregistrement des données a stocké les données de concentration d'étalonnage après essai avant d'apporter des ajustements à l'analyseur.

Inscrire les données d'étalonnage après essai sur la fiche de données d'essai (Figure 2) et calculer les dérives du zéro et de l'étendue. Les dérives du zéro et de l'étendue ne doivent pas dépasser 2 % GR et 5 % GR respectivement au cours de chaque essai en charge.

Figure 2 – Fiche des données d'essai

Installation _____

Lieu _____

Identification de la turbine _____

Date et heure de l'essai _____

Données de dérive du zéro et de l'étendue

Gaz	Zéro/étendue avant essai (ppm, %)	Zéro/étendue après essai (ppm, %)	Dérives zéro/étendue (% GR)
NO_x			
SO_2			
CO			
O_2			

Données de concentration des gaz

Gaz	Concentration en cheminée	Concentration à 15% O_2
NO_x	ppm	ppm
SO_2	ppm	ppm
CO	ppm	ppm
O_2	%	S.O.

Section 9

Calculs

Calculer la concentration moyenne pour chaque essai en charge à l'égard de toutes les espèces mesurées. Inscrire les concentrations sur la fiche des données d'essai (Figure 2).

Calculer les concentrations moyennes de monoxyde de carbone, d'oxydes d'azote et d'anhydride sulfureux compensées à 15 % d'oxygène à l'aide de l'équation 1. Inscrire ces concentrations sur la fiche des données d'essai (Figure 2).

où :

$C_{15\,\%}$ = concentration moyenne à 15 % d'oxygène (ppm, v/v)

C_{moy} = concentration moyenne à la concentration d'oxygène de la cheminée (ppm, v/v)

$\%O_2$ = concentration moyenne d'oxygène dans la cheminée (%, v/v)

$$C_{15\,\%} = C_{moy} \times \left(\frac{5,9}{20,9 - \%O_2} \right)$$ **Équation 1**

Section 10

Rapport

Le rapport complet d'essai pour chaque source d'émission se compose du document suivant :

(a) Diagramme du système de surveillance des émissions, où sont clairement indiqués chacun des éléments. Le point où les gaz d'étalonnage sont introduits dans le système doit être clairement indiqué sur le diagramme.

Identifier tous les analyseurs sur une feuille distincte, en indiquant le nom du fabricant, le modèle et le numéro de série et le principe de détection en jeu.

(b) Jeu de fiches remplies d'homologation du système de surveillance des émissions (Annexe 1).

(c) Exemplaire rempli de la fiche de données des gaz d'étalonnage (Figure 1) — joindre à la Figure 1 une copie de la fiche de l'analyse du fabricant pour chaque étalon gazométrique.

(d) Exemplaire rempli de la fiche des données d'essai pour chaque essai en charge (Figure 2).

(e) Exemplaire rempli de la fiche des données sur le profil de concentration des gaz, s'il y a lieu (Annexe 2).

(f) Ensemble de tracés d'enregistreur graphique ou d'imprimés de données stockées numériquement, complets, pour chaque essai en charge et annotés en indiquant les réglages avant essai et après essai et ceux du système de surveillance. Les données d'essai peuvent être fournies sur disquette, sous un format acceptable.

Si cela convient à l'organisme de réglementation concerné, l'ensemble du rapport peut être présenté sur disquette, sous un format acceptable.

Annexe 1

Protocoles et spécifications pour l'homologation du rendement du système de surveillance des émissions

Les essais qui figurent à la présente annexe servent à vérifier si le système de surveillance peut générer des données d'émission exactes. Cette marche à suivre doit être exécutée avant l'utilisation du système pour la surveillance des émissions et à des intervalles précisés dans la méthode. Ces essais sont utilisés en plus des vérifications et essais exécutés au cours des programmes spécifiques de surveillance des émissions.

Les **procédures d'étalonnage du système** données dans cette annexe servent pour les modalités d'essai spécifiques qui suivent.

Les protocoles d'établissement des paramètres suivants et les limites respectives d'acceptation sont également décrites dans cette annexe :

- Dérives du zéro et de l'étendue
- Réponse de l'interférence
- Biais
- Linéarité

Si un système d'acquisition de données fait partie du système, les données de concentration utilisées pour calculer les divers paramètres doivent être prises de ce système et non de l'imprimé ou de l'afficheur de l'analyseur. Ainsi, c'est l'ensemble du système qui fait l'objet de l'essai et non ses composantes individuelles. Les exceptions à cette règle doivent être signalées.

Si l'un de ces paramètres dépasse les valeurs autorisées, il faut trouver et corriger la source du problème dans le système de surveillance des émissions avant d'utiliser ce dernier pour évaluer les émissions. À défaut de corriger le problème, on recueillera des données erronées ce qui nécessitera un nouvel essai sur la source.

Les gaz utilisés pour effectuer les divers essais qui ont été décrits ont reçu les étiquettes zéro, intermédiaire et supérieure et les concentrations de gaz doivent se situer dans les limites indiquées ci-après. Les concentrations sont données en tant que pourcentage du réglage en grandeur réelle (GR) pour chaque analyseur du système de surveillance.

- Zéro : 0 % GR
- Intermédiaire : 40 à 60 % GR
- Supérieure : 80 à 95 % GR

Procédures d'étalonnage du système

Laisser le système se réchauffer selon les recommandations du fabricant. Fixer les paramètres d'exploitation aux réglages à maintenir pendant les essais de surveillance des émissions. Fixer le matériel d'étalonnage du système au bout de la sonde, brancher ensuite le cylindre de gaz d'étalonnage du zéro et régler le débit de gaz à un léger excédent qui s'écoulera dans l'atmosphère. L'excès peut varier selon le système, mais une valeur nominale d'environ 1 litre la minute est habituelle. Laisser les réponses des analyseurs se stabiliser et régler ensuite la commande du zéro de chaque analyseur du système si nécessaire.

Brancher un cylindre de gaz d'étalonnage de l'étendue supérieure de l'anhydride sulfureux et régler le débit à un léger excédent à l'extrémité de la sonde tel indiqué précédemment. Laisser la réponse de l'analyseur d'anhydride sulfureux se

stabiliser, ensuite, au besoin, régler la commande d'étendue de l'analyseur à la concentration appropriée de gaz d'étalonnage de l'étendue selon les indications de la sortie du système d'acquisition de données.

Reprendre les mêmes procédures pour les analyseurs de monoxyde de carbone, d'oxydes d'azote et d'oxygène.

Dérives du zéro et de l'étendue

Produits : Gaz d'étalonnage du zéro et de l'étendue supérieure pour l'anhydride sulfureux, le monoxyde de carbone, les oxydes d'azote et l'oxygène. Si on le désire, au lieu de gaz individuels, on peut utiliser un gaz multimélange contenant du monoxyde de carbone, de l'anhydride sulfureux et les oxydes d'azote (azote comme vecteur).

Mode opératoire : Laisser le système se réchauffer selon les recommandations du fabricant. Étalonner le système de surveillance des émissions en suivant les procédures décrites à la section **Procédures d'étalonnage du système** de la présente annexe.

Débrancher le matériel d'étalonnage et laisser le système aspirer l'air ambiant pendant 1 heure. Après cela, rebrancher le matériel d'étalonnage à l'extrémité de la sonde. En utilisant les mêmes gaz que ceux qui ont servi initialement à l'étalonnage du système, vérifier la réponse du système au gaz d'étalonnage du zéro et de la plage supérieure, en laissant suffisamment de temps pour que la réponse de chaque analyseur du système se stabilise avant de prendre note des réponses. Inscrire les réponses de chaque analyseur du système aux gaz d'étalonnage du zéro et de l'étendue sur la fiche de données de dérive reproduite à la présente annexe.

Calculer les dérives du zéro et de l'étendue pour chaque espèce de gaz à l'aide des équations données à la fiche des données de dérive. Les dérives du zéro et de l'étendue pour chaque analyseur ne doivent pas dépasser 2 % et 5 % respectivement du réglage GR. Les dérives dépassant ces valeurs sont preuves d'un rendement insatisfaisant du système, dont il faut trouver et corriger la cause avant d'utiliser l'appareil pour surveiller les émissions.

Interférences

Produits : Gaz d'étalonnage du zéro et de l'étendue supérieure pour chaque espèce de gaz de la façon indiquée ci-après :

- SO_2 (sans NO ni CO)
- NO (sans SO_2 ni CO)
- CO (sans SO_2 ni NO)

Mode opératoire : Laisser le système se réchauffer selon les recommandations du fabricant. Étalonner le système à l'aide des procédures décrites à la section **Procédures d'étalonnage du système** de la présente annexe.

Brancher le matériel d'étalonnage et ensuite, raccorder le cylindre de gaz d'étalonnage de l'étendue de l'anhydride sulfureux spécifié et régler le débit de gaz à un léger excédent. Laisser les réponses de tous les analyseurs du système se stabiliser et ensuite, prendre note des réponses des analyseurs d'oxydes d'azote, de monoxyde de carbone et d'oxygène sur la fiche des données d'interférence. Établir les réponses de tous les analyseurs au gaz d'étalonnage du monoxyde de carbone et des oxydes d'azote à l'aide des mêmes procédures. Calculer l'interférence à l'aide de l'équation donnée à la fiche des données d'interférence.

L'interférence **totale** maximale acceptable sur la concentration indiquée par chaque analyseur est 2 % GR. Si l'interférence dépasse cette valeur, cela indique un rendement insatisfaisant du

système, dont il faut trouver et corriger la cause avant de pouvoir l'utiliser pour surveiller les émissions.

Biais du système

Produits : Gaz d'étalonnage du zéro et de l'étendue supérieure pour chaque analyseur.

Mode opératoire : Laisser le système se réchauffer selon les recommandations du fabricant. Calibrer chaque analyseur du système individuellement en amenant le gaz d'étalonnage du zéro et de l'étendue approprié **directement à la prise d'entrée** de chaque analyseur, en utilisant le même débit pour chaque analyseur que pendant les activités normales de surveillance.

Si le système de surveillance contient un module de conditionnement éliminant la vapeur d'eau par une méthode de condensation, ajouter au purgeur de vapeur d'eau approximativement le même volume d'eau que celui qui s'accumulerait pendant le fonctionnement normal. Si le purgeur est vidé automatiquement par une pompe, il n'est pas nécessaire d'ajouter l'eau.

Raccorder le matériel d'étalonnage à l'extrémité de la sonde et ensuite, introduire tour à tour chaque gaz d'étalonnage de l'étendue supérieure en veillant à conserver un léger débit excédentaire de gaz. Laisser la réponse de chaque analyseur se stabiliser et ensuite, prendre note de la concentration indiquée par l'analyseur approprié sur la fiche de données des biais du système. Calculer les biais à l'aide de l'équation sur la fiche de données des biais du système.

Le biais maximal acceptable est de 1 % GR pour le monoxyde de carbone, l'oxygène et les oxydes d'azote et de 2 % GR pour l'anhydride sulfureux. Le biais dépassant ces valeurs indique un rendement insatisfaisant du système, qu'il faut corriger avant que le système puisse servir à surveiller les émissions.

Linéarité

Produits : Gaz d'étalonnage du zéro et des étendues intermédiaire et supérieure pour chaque analyseur de gaz.

Mode opératoire : Laisser le système se réchauffer selon les recommandations du fabricant. Étalonner le système en suivant les modalités présentées à la section **Procédures d'étalonnage du système** de la présente annexe.

Brancher le matériel d'étalonnage à l'extrémité de la sonde et ensuite, introduire tour à tour les gaz d'étalonnage de l'étendue intermédiaire. Laisser la réponse de chaque analyseur spécifique se stabiliser, et ensuite, prendre note des réponses pour les gaz des étendues intermédiaires sur la fiche de données de linéarité. Calculer l'écart de chaque analyseur par rapport à la linéarité idéale à l'aide de l'équation donnée à la fiche de données de linéarité.

L'écart maximal de chaque analyseur à l'étendue intermédiaire ne doit pas dépasser 2 % GR. Tout écart excédentaire à cette valeur indique un rendement insatisfaisant du système, qu'il faut corriger avant de l'utiliser pour la surveillance des émissions.

Fiche des données de dérive

Mode opératoire

- Étalonner chaque analyseur du système à l'aide des gaz d'étalonnage du zéro et de l'étendue supérieure.
- Laisser le système aspirer l'air ambiant pendant 1 heure.
- Introduire les gaz d'étalonnage du zéro et de l'étendue supérieure et prendre note de la réponse à chaque gaz.
- Inscrire les données dans le tableau qui suit.
- Calculer la dérive du zéro pour chaque analyseur à l'aide de l'équation A-1.
- Calculer la dérive de l'étendue pour chaque analyseur à l'aide de l'équation A-2.

Les dérives du zéro et de l'étendue pour chaque analyseur ne doivent pas dépasser 2 % et 5 % GR respectivement.

Données de dérive du zéro et de l'étendue

Fonctions	Temps	Paramètre	NO_x	SO_2	CO	O_2
Valeurs initiales		zéro étendue	ppm ppm	ppm ppm	ppm ppm	% %
Valeurs finales		zéro étendue	ppm ppm	ppm ppm	ppm ppm	% %
Réglage GR	S.O.	S.O.	ppm	ppm	ppm	%
Dérives	S.O. S.O.	zéro étendue	% GR % GR	% GR % GR	% GR % GR	% GR % GR

Calculs

$$D_z = \frac{|Z_i - Z_f|}{GR} \times 100 \quad \textbf{Équation A-1} \qquad D_e = \frac{|S_i - S_f|}{GR} \times 100 \quad \textbf{Équation A-2}$$

où :

D_z = dérive du zéro (% GR)
D_s = dérive de l'étendue (% GR)
Z_i = réglage initial du zéro (ppm ou %, v/v)
Z_f = réponse finale au gaz d'étalonnage du zéro (ppm ou %, v/v)
S_i = réglage initial de l'étendue (ppm ou %, v/v)
S_f = réponse finale au gaz d'étalonnage de l'étendue (ppm ou %, v/v)
GR = réglage grandeur réelle de l'analyseur (ppm ou %, v/v)

Fiche des données d'interférence

Mode opératoire

- Étalonner chaque analyseur du système à l'aide des gaz appropriés d'étalonnage du zéro et de l'étendue supérieure introduits au point d'étalonnage du système.
- Introduire chaque gaz d'étalonnage et d'étendue supérieure tour à tour dans le point d'étalonnage du système et inscrire la réponse de chaque analyseur à chaque gaz, y compris l'analyseur du gaz cible (cellules ombrées du tableau).
- Inscrire les données dans le tableau qui suit.
- Calculer la somme des interférences de chaque gaz sur les autres analyseurs à l'aide de l'équation A-3.
- Introduire les interférences résultantes dans le tableau qui suit.

L'interférence totale acceptable par les autres gaz sur tout analyseur est de 2 % GR.

Tableau des données d'interférence

Analyseur	Grandeur réelle (ppm, %)	Réponse de l'analyseur aux gaz ci-dessous			
		NO_x	SO_2	CO	O_2
NO_x		ppm	ppm	ppm	ppm
SO_2		ppm	ppm	ppm	ppm
CO		ppm	ppm	ppm	ppm
O_2		%	%	%	%

Nota : Les entrées ombrées doivent être les concentrations étiquetées des gaz d'essai.

Calculs

$$I = \frac{\Sigma C_i}{GR} \times 100$$ **Équation A-3**

où :

I = interférence totale des autres espèces sur la réponse de l'analyseur (% GR)
C_i = réponse de l'analyseur à chaque espèce non mesurée par l'analyseur (ppm ou %, v/v)
GR = réglage grandeur réelle de l'analyseur (ppm ou %, v/v)

Fiche des données de biais du système

Mode opératoire

- Étalonner chaque analyseur en introduisant directement les gaz d'étalonnage du zéro et de l'étendue supérieure à la prise d'entrée de chaque analyseur.
- Si le système de conditionnement comporte un système d'élimination de l'eau par refroidisseur, introduire un volume nominal d'eau liquide dans le purgeur de vapeur d'eau.
- Introduire le gaz d'étalonnage de l'étendue supérieure au point d'étalonnage du système et prendre note de la réponse de l'analyseur pour le gaz introduit.
- Inscrire les données dans le tableau qui suit.
- Calculer le biais pour chaque analyseur à l'aide l'équation A-4.
- Inscrire les biais calculés dans le tableau qui suit.

Le biais maximal acceptable est de 2 % GR pour SO_2 et de 1 % GR pour les autres gaz.

Tableau des données de biais du système

Analyseur	Réglage GR	Réponse au gaz d'étalonnage à la prise d'entrée (ppm/%)	Concentration du gaz d'étalonnage (ppm/%)	Biais (% GR)
NO_x	ppm	ppm	ppm	
SO_2	ppm	ppm	ppm	
CO	ppm	ppm	ppm	
O_2	%	%	%	

Calculs

$$B = \frac{|C_i - C_s|}{GR} \times 100$$ **Équation A-4**

où :

B = biais du système (% GR)
C_i = concentration indiquée du gaz d'étalonnage de l'étendue supérieure introduit à la prise d'entrée de l'analyseur (ppm ou %, v/v)
C_s = concentration de gaz d'étalonnage de l'étendue supérieure (ppm ou %, v/v)
GR = réglage grandeur réelle (ppm ou %, v/v)

Fiche des données de linéarité

Mode opératoire

- Étalonner chaque analyseur du système à l'aide des gaz appropriés d'étalonnage du zéro et de l'étendue supérieure.
- Introduire tour à tour chaque gaz d'étalonnage de l'étendue intermédiaire dans le système.
- Prendre note des réponses de l'analyseur approprié au gaz d'étalonnage de l'étendue intermédiaire et inscrire la valeur dans le tableau qui suit.
- Calculer la linéarité de chaque analyseur à l'aide de l'équation A-5 et inscrire cette valeur dans le tableau qui suit.

Tous les analyseurs du système doivent atteindre une linéarité de l'étendue intermédiaire de 2 % GR ou moins.

Tableau des données de linéarité

Analyseur	GR (ppm/%)	Réponse au gaz d'étalonnage de l'étendue intermédiaire (ppm/%)	Concentration des gaz à l'étendue supérieure (ppm/%)	Linéarité (% GR)
NO_x	ppm	ppm	ppm	
SO_2	ppm	ppm	ppm	
CO	ppm	ppm	ppm	
O_2	%	%	%	

Calculs

$$L = \frac{|C_t - C_i|}{GR} \times 100$$ **Équation A-5**

où :

L = écart de la linéarité du gaz d'étalonnage de l'étendue intermédiaire (ppm ou %, v/v)
C_t = concentration réelle du gaz d'étalonnage de l'étendue intermédiaire (ppm ou %, v/v)
C_i = concentration indiquée du gaz d'étalonnage de l'étendue intermédiaire (ppm ou %, v/v)
GR = réglage grandeur réelle (ppm ou %, v/v)

Annexe 2

Protocoles et spécifications de détermination du degré de stratification des concentrations gazeuses dans un conduit

La stratification des concentrations des gaz est une situation dans laquelle la concentration de un ou de plusieurs gaz varie selon leur position transversale dans un conduit ou une cheminée. Si le débit gazeux est stratifié, cela complique le processus d'extraction d'un échantillon représentatif de gaz de combustion. Par ailleurs, l'absence de concentrations stratifiées dans un conduit permet l'extraction d'un échantillon représentatif du débit de gaz en un seul point quel qu'il soit de la veine gazeuse.

Les modalités décrites ici servent à préciser le degré de stratification des concentrations de gaz dans un conduit ou une cheminée. Si les valeurs résultantes dépassent 10 %, le débit est stratifié et il faut trouver un autre point d'échantillonnage.

Le degré de stratification se calcule en tant que pourcentage de la concentration gazeuse moyenne mesurée. Par conséquent, l'exactitude des données de concentration des gaz n'a pas à être forte, pourvu que la précision soit raisonnable. Le résultat est que l'on peut utiliser dans cet essai une gamme variée d'appareils. À titre d'exemple, on peut recourir à des appareils portatifs autonomes de surveillance des gaz ou à des systèmes courants de surveillance des gaz. Tout filtre à particules dans une cheminée doit être de moins de 10 cm de long pour traverser la stratification.

Mode opératoire

Installer le matériel de surveillance des gaz et permettre au système et aux éléments individuels d'atteindre leur température théorique de fonctionnement. Vérifier la réponse du système de surveillance aux gaz d'étalonnage du zéro et de l'étendue pour chaque espèce à l'aide des gaz comprimés appropriés introduits au point d'étalonnage du système et régler la réponse de chaque analyseur à la concentration de chaque gaz respectif d'étalonnage de l'étendue.

Mesurer et marquer neuf points équidistants sur la sonde d'échantillonnage, les distances entre deux points adjacents et entre la paroi du conduit et le point le plus proche étant égales. Vérifier, si le conduit mesure 100 cm de paroi à paroi, la distance entre deux points d'échantillonnage ou entre la paroi et le point le plus proche sera de 100/10 ou 10 cm. Ne pas mesurer la concentration à un point plus proche que 7,5 cm d'une paroi.

La technique dépend de la stabilité du profil de concentrations; ainsi, il est essentiel que la source d'émission soit très stable sur la durée de l'essai.

Positionner la sonde d'échantillonnage au premier point et commencer l'échantillonnage. Laisser la réponse de toutes les espèces mesurées se stabiliser et ensuite, prendre note des concentrations indiquées. Repositionner rapidement la sonde au point suivant et répéter les mesures. Continuer jusqu'à ce que les concentrations des gaz cibles aient été mesurées à l'ensemble des neufs points. Veiller à réduire le débit d'air d'infiltration pénétrant dans le conduit lorsque vous mesurez les concentrations les plus proches de l'entrée.

Calculer la concentration moyenne de chaque espèce mesurée et ensuite, s'assurer que la concentration de chaque espèce à chaque point

ne dépasse pas 10 % de la concentration moyenne pour cette espèce. Si un point diffère de la moyenne par plus de 10 %, le profil de concentration pour cette espèce est considéré comme stratifié. Si l'on constate que la source n'était pas stable pendant l'essai, il faut répéter les mesures du profil des concentrations des gaz.

Fiche des données du profil des concentrations gazeuses

Mode opératoire

- Étalonner le système à l'aide des gaz appropriés d'étalonnage du zéro et de l'étendue supérieure.
- Marquer neuf points équidistants sur une sonde faisant le diamètre du conduit, aucun point n'étant à moins de 7,5 cm d'une paroi du conduit.
- Mesurer rapidement la concentration de chaque espèce de gaz à chaque point.
- Indiquer les données dans le tableau qui suit.
- Calculer la concentration moyenne et la plage acceptable pour chaque gaz.

Toutes les concentrations d'une espèce doivent être en deçà de 10 % de la concentration moyenne.

Fiche des données du profil des concentrations gazeuses

N° du Point	NO_x (ppm)	SO_2 (ppm)	CO (ppm)	O_2 (ppm)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
Concentration moyenne				
Plage acceptable (moyenne ± 10%)				